

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(11) **DE 3538014 A1**

(51) Int. Cl. 4:

**E01D 11/00**

E 04 H 12/20

D 07 B 7/14

B 63 B 21/20

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENBLATT  
BAND 123 - NR. 12 - 1987

**DE 3538014 A1**

(71) Anmelder:

Borelly, Wolfgang, Dipl.-Ing., 6800 Mannheim, DE

(61) Zusatz zu: P 34 24 051.9

(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

(54) Verfahren zum Aufbringen eines Korrosionsschutzes auf Paralleldrahtbündel

Das durch Patent Nr. 3224051 gekennzeichnete Verfahren, bei dem zum Herstellen von Paralleldraht- und -litzenbündeln, die zur Aufnahme großer Lasten in der technischen Praxis vielfach an Stelle von Drahtseilen Verwendung finden, ein großer Teil von Arbeitsvorgängen in die Heimatwerkstätten verlagert werden und nur die unbedingt auf der Baustelle erforderlichen Maßnahmen zusammen mit dem im Innern der Hängebrücken- und Schräkgabel vorgesehenen Korrosionsschutz an Ort und Stelle des Einbaues ausgeführt werden soll, wurde weiterentwickelt. Er wird im Zuge einer Zusatzanmeldung zum oben erwähnten Patent, dessen Erteilung mit Erlaß vom 26. August 1985 beschlossen worden ist, ein Verfahren erfindungsgemäß zur Verfügung gestellt, mit dem ein zum inneren Korrosionsschutz des Kabels wirksam passender äußerer Schutzfilm mit hoher Dauerbeständigkeit vor und auch nach erfolgter Montage so aufgespritzt werden kann, daß zwischen dem innen und außen verwendeten thermoplastischen Material durch Verschmelzen eine Einheit entsteht. Mit einer Alternative zum vorgeschlagenen Verfahren wird bezweckt, die äußere Schutzhaut an bereits seit einiger Zeit stehenden und den UV-Strahlen ausgesetzten Kabeln zu regenerieren bzw. durch einen neuen Überzug aus gleichem Material unter Vermeidung einer Einrüstung verstärken zu können, ohne daß Haftungsprobleme zwischen den zusammengeschmolzenen thermoplastischen Materialschichten entstehen.

**DE 3538014 A1**

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen eines Korrosionsschutzes auf Paralleldrahtbündel zur Aufnahme großer Lasten, insbesondere für kabelüberspannte Brücken, zur Abspannung von Masten, für Bauten der Offshore-technik und dergleichen, wobei die Paralleldrahtbündel einzeln oder dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechend in größeren Kabelquerschnitten zusammengefaßt montiert werden, bei dem eine Mehrzahl von gleich langen Einzeldrähten im Werk an beiden Enden mit Ankerköpfen versehen, mit Kunststoff beschichtet, zu einem parallel geordneten Drahtbündel zusammengefaßt und miteinander zu einem Parallel drahtbündel verbunden werden, und bei dem mit einer Schicht aus thermoplastischen Kunststoff be schichtete Drähte verwendet und an der Baustelle in einem kontinuierlichen einheitlichen Arbeitsvorgang folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

alle Drähte für ein Parallel drahtbündel werden in geordneter Weise gleichzeitig unter Vermeidung gegen seitiger Längsverschiebungen von einer Trommel abgewickelt; die Gesamtheit der Drähte für ein Parallel drahtbündel wird gleichzeitig auf eine Temperatur erwärmt, bei der der Kunststoff erweicht; die Gesamtheit der Drähte für ein Parallel drahtbündel wird in einer vorbestimmten, der gewünschten Form des Parallel drahtbündels entsprechenden Ordnung einer Presseinrichtung zugeführt; die Drähte werden im erwärmt en Zustand in der erwähnten Ordnung zusammengepreßt, so daß der Kunststoff im wesentlichen vollständig in die Hohlräume zwischen den Drähten eindringt und sie dabei auffüllt und gleichzeitig die Drähte miteinander fest verklebt. Die so gebildeten Parallel drahtbündel werden abgekühlt, so daß der erhärtete Kunststoff die Formstabilität und damit die gewünschte Querschnittsform des Parallel drahtbündels gewährleistet, nach dem deutschen Patent 34 24 051, dadurch gekennzeichnet, daß nach erfolgter Abkühlung – vor allem im Bündelinnern – folgende Vorgänge in einem kontinuierlichen Arbeitsgang mittels einer geschlossenen Vorrichtung, nämlich eines Beschichtungskäfigs durchgeführt werden:

1.1 Knappe lokale Erwärmung der zur Bündelrandzone gehörigen Drähte und des dort die Zwickel ausfüllenden Kunststoffes auf die Bündelrandzone durch einen Kranz von Flammpistolen gerade bis zu einer solchen Temperatur, daß bei den nachfolgenden Arbeitsgängen eine zuverlässige Haftung durch Verschmelzen mit dem bereits vorhandenen Materials erreicht wird.

1.2 Aufspritzen eines thermoplastischen Kunststoffes auf die Oberfläche des Bündels in einem oder auch mehreren Schritten, wobei eine Mehrzahl von Spritzdüsen im geeigneten Abstand ringförmig um das Parallel drahtbündel so angeordnet werden, daß die Wirkungsbereiche der einzelnen Flamm spritzpistolen sich ganz knapp überdecken.

1.3 Weiteres Aufspritzen des betreffenden Kunststoffes durch weitere Ringe von Flamm spritzpistolen, wobei diese in die Winkelhalbierenden der im ersten Ring vorgesehenen Spritzdüsen gerichtet sind, um sicher eine möglichst gleichmäßige und gut geschlossene Beschichtungsstärke zu erreichen, bevorzugt wird die Anordnung von 2 µm den halben Winkel gegeneinander verschobenen Ringen von Flamm spritzpistolen.

1.4 Aufsprühen von kaltem aus einem nahe gelegenen Gewässer entnommenen Wasser in einer anschließenden Kühlzelle über mehrere hinter einander angeordnete Düsenkränze, um eine schnelle Wärmeabfuhr und schnelle Erhärtung der Außenhaut zu erreichen.

1.5 Abziehen des äußerlich abgekühlten Drahtbündels zur Schonung der aufgebrachten Kunststoffschicht über:

a) die die Drahtbündel weit umfassenden damit die Flächenpressung niedrig haltenden Rollen, wobei anfangs 3 durch Federn gestützte Rollen in nahem Abstand zu einer Einheit zusammengefaßt werden sollen, oder

b) ein mit Teflon beschichtetes, gekühltes Gleitrohr nahezu gleichen Durchmessers.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß zur Kühlung und Erhärtung der aufgespritzten Kunststoffschicht von etwa 120 bis 60°C innerhalb einer wärmeisolierten Kühlzelle durch Ventilatoren eingepreßte Luft oder eine die Kälte konzentriert übertragenes Chemikal wie Stickstoff oder ähnliches zur Verwendung kommt, wobei für einen wirksamen Wärmeaustausch Verfahren, wie Aufsprühen, Umherwirbeln, Tauchen oder ähnliches genutzt werden können.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Kunststoff ein Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff zusätzliche passivierende Bestandteile enthält.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffschicht in einer Stärke zwischen 400 und 2000 µm, bevorzugt zwischen etwa 600 und 800 µm aufgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, durch folgend dargestellte Abwandlung gekennzeichnet, daß die vorher geschilderten Arbeitsgänge mit Hilfe eines vom oberen Ende bis unten am betreffenden bereits stehenden Schräkgabel heruntergezogenen mit Rollen ausgestatteten mobilen Beschichtungskäfigs, auf dem die Anordnung der Vorrichtungen in umgekehrter Reihenfolge vorgesehen ist, ausgeführt werden, wobei die gewichtigen Zubehörteile, wie Steuerpult, Acetylen gas-Sauerstoff- und Druckluftflaschen und Kunststoffpulverbehälter, u. U. zusätzlich Behälter mit flüssigem Stickstoff, mittels des auf einem benachbartem Schräkgabel laufenden Kontroll- und Reparaturwagens begleitend nachgeführt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß bei Anordnung mehrerer nahe gelegener paralleler Schräkgabel sich der Beschichtungskäfig mittels unten angebrachter Rollen gegen das unmittelbar unterhalb liegende PDB abstützt, so daß der Durchhang verringert und eine schleifende Berührung der

Schrägkabel vermieden wird.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 7 dadurch gekennzeichnet, daß während des Beschichtungslaufes eine möglichst gleichmäßige Dehnung des Drahtbündels mit Hilfe der an Rollen angehängter Eisender Bleigewichte, welche demjenigen des Beschichtungskäfigs entsprechen, auf die Weise erzeugt wird, daß das mit dem Winden gesteuerten Zugseil des Beschichtungskäfigs in der gleichbleibenden Entfernung von einer halben Schrägkabellänge vertikale Lasten zusätzlich zur Wirkung gebracht werden, wodurch im Schrägkabel Spannungs- und Dehnungsverhältnisse nahezu gleichbleibender Größe hervorgerufen werden. Damit soll erreicht werden, daß nach erfolgter Erhärtung und nach Ablassen der Zusatzlasten bei zurückgehender Dehnung des PDB in der Kunststoffschicht leichte Druckspannungen entstehen, welche der Reißneigung bei zurückgehenden Temperaturen entgegenwirken.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 6—8 dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer ebenfalls von oben nach unten am betreffenden Schrägkabel, dessen Beschichtung reparaturanfällig geworden ist, auf Rollen laufenden Vorrichtung, welche einen erhitzten Schälkranz, bevorzugt aus Kupfer, trägt, die alte Beschichtung nach Aufweichung auf vorgenommene Erwärmung abgehoben wird, bevor die Neubeschichtung, wie vorstehend beansprucht, erfolgt, wobei die Energiequelle wie Acethylen- und Sauerstoffflaschen usw. in gleicher Weise wie für den Beschichtungsvorgang vorgesehen, nachgeführt werden müssen.

### Beschreibung

#### I. VORBEMERKUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verbesserung bzw. eine Fortentwicklung des Verfahrens nach dem deutschen Patent 34 24 051, zu dem die vorliegende Patentanmeldung im Zusatzverhältnis steht. Auf die Beschreibung dieses deutschen Patents wird vollinhaltlich Bezug genommen, ohne hier dessen Inhalt zu wiederholen.

#### II. BESCHREIBUNG

II.1 Gegenstand des Hauptpatentes ist ein Verfahren nach dem Oberbegriff des vorliegenden Anspruches 1, das sich durch eine besonders rationale Herstellungsweise von einzelnen Paralleldrahtbündeln verschiedener Stärke und eines besonders guten inneren Korrosionsschutzes auszeichnet.

Trotz dieser herausragenden Eigenschaften ist für bestimmte Anwendungsfälle ein zusätzlicher Korrosionsschutz an der Oberfläche der einzelnen Paralleldrahtbündel wünschenswert besonders dann, wenn diese anders als bei Hängebrücken allein stehend die Funktion von Schrägkabel bei den in Anspruch 1 allgemein angedeuteten verschiedenen Anwendungsarten auszuüben haben.

Die vorliegende Erfindung stellt sich zur Aufgabe, einen derartigen Korrosionsschutz für die praktische Handhabung vorzuschlagen und auch die dazu passenden Montagevorgänge der Schrägkabel darzustellen. Fürs letztere ist zu unterscheiden, ob

- a) der Korrosionsschutz auf dem nahe der Einbaustelle horizontal liegenden Paralleldrahtbündel vor der eigentlichen Schrägkabellmontage aufgebracht werden soll
- b) oder ob dieser nach der Montage des Drahtbündels am stehenden Schrägkabel vorgenommen wird, was besonders zu Reparaturzwecken notwendig werden könnte.

Daß Paralleldrahtbündel (PDP) und Parallellitzenbündel (PLB) gegenüber den bis vor wenigen Jahren im In- und Ausland fast ausnahmslos angewendeten Drahtseilen (Spiralseile und voll- oder teilverschlossene Seile) mechanische und damit wirtschaftliche Vorteile bieten, ist bekannt. Der Transport der werksfabrizierten PDB an die Baustelle und das Herstellen eines dauerwirksamen Korrosionsschutzes bereitet beim Auftrommeln der parallel geordneten Drähte gewisse Schwierigkeiten, die aber durch Neuentwicklungen während des letzten Jahrzehnts überwunden werden konnten. Das inzwischen ermöglichte Verkleben der entsprechend im Werk vorbereiteten Drähte auf der Baustelle durch induktives Erhitzen und spezifisches Zusammenpressen der Drähte zu sechseckig geformten PDB und das in gleicher Arbeitsfolge an Ort und Stelle vorgenommene Zusammensetzen gemäß dem Verfahren nach dem deutschen Patent 34 24 051 kann teilweise auch für die Schrägkabel unterschiedlicher Bauwerke Verwendung finden. Während aber bei Hängebrücken die Querschnitte solcher PDB in Anbetracht des durch die große Länge bedingten hohen Transportgewichtes nach oben begrenzt sind, fallen bei der Verwendung solcher PDB für die wesentlich kürzeren Schrägkabel derartige Begrenzungen praktisch fort.

Die zulässigen Beanspruchungen von Seilen sind im Höchstfall auf zul.  $P = 6,46 \text{ MN}$  bei einem  $\varnothing$  von 123 mm begrenzt.

Bei diesen starken Seilen springen die äußeren Z-Drähte beim Auftrommeln zu Transportzwecken in unerträglichem Umfang aus dem Seilverband heraus. Es ist üblich, diese nach der Montage mit einem Kupferhammer wieder hineinzuschlagen, wobei meist die Drahtoberfläche verletzt, wird besonders dann, wenn diese zu Korrosionsschutzzwecken eine Zinkschicht aufweist.

Es empfiehlt sich, bei vollverschlossenen Seilen Durchmesser über 100 mm zu meiden, womit ein praktisch noch sicher erreichbarer Wert für zul.  $P$  bei 4,5 MN liegen dürfte.

Die durch solche Einflüsse bedingten Querschnittsbeschränkungen bestehen bei den PDB oder PLB nicht. Mittels des neu entwickelten Auftrommelfahrens — US-Patent 39 19 762 vom 18. November 1975 — kann durch Auffächerung des Bündels und Anordnung der Drähte in einer Lage dicht nebeneinander der Transport problemlos ohne jede ungünstige Beeinflussung der Drahtoberfläche vorgenommen werden, was besonders dann wichtig ist, wenn die Drähte im Werk eine im Sinterverfahren aufgebrachte Kunststoffschicht, bevorzugt

Levasint, aufweisen.

Die nachfolgende Aufstellung deutet die Möglichkeiten an, solche PDB mit Drähten Ø 7 mm entsprechend der gewählten Drahtzahl und die sich daraus ergebenden zulässigen Tragfähigkeiten zu erreichen, wobei heute in der Brückenbaupraxis anwendbare Zugkräfte bis zu 10 MN zulässige Beanspruchung angestrebt werden.

Tragkraft errechnet für ST		N/mm <sup>2</sup>
	1400/1600	1500/1700
rechn. Bruchlast = $10^{-6} \times$	A [mm <sup>2</sup> ] × 1600 [MN]	A [mm <sup>2</sup> ] × 1700 [MN]
zul. H =	0,45 × 1600 [N/mm <sup>2</sup> ]	0,45 × 1700 [N/mm <sup>2</sup> ]
zul. P = $10^{-6} \times$	A [mm <sup>2</sup> ] × 720 [MN]	A [mm <sup>2</sup> ] × 765 [MN]

D<sub>1</sub> = Durchmesser des umhüllenden Kreises ohne Schutzhaut gerechnet

Typ	Draht Zahl n	A, mm <sup>2</sup>	D <sub>1</sub> , mm	ST		ST	
				rechn. P MN	zul. P MN	rechn. P MN	zul. P MN
1	31	1192	44	1,91	0,86	2,02	0,91
2	55	2116,6	50,5	3,39	1,52	3,95	1,62
3	85	3271	71,15	5,23	2,35	5,56	2,50
4	109	4194,8	81,1	6,71	3,02	7,13	3,21
5	151	5811,2	94,4	9,3	4,18	9,88	4,45
6	199	7658,4	107,9	12,25	5,51	13,02	5,86
7	253	9736,6	121,6	15,58	7,01	16,55	7,45
8	295	11353	136,3	18,16	8,17	19,30	8,68
9	349	13431	147,5	21,48	9,67	22,8	10,3

Wesentliche Paralleldrahtbündelsysteme, zwischen denen in gewissen Grenzen Alternativen möglich sind, sind in Fig. 1 mit Bezugsnr. 1 bis 9 zusammenfassend dargestellt.

Mittels des in der Hauptanmeldung beschriebenen Verfahrens werden derartige Draht- und Litzenbündel zu einem zusammenhängenden Körper, in dem Einzelbewegungen unterbunden sind, verklebt. Gleichzeitig erhält dabei das Schräkgabel durch Auffüllen aller zickzackförmigen Hohlräume infolge Erhitzen und Zusammenpressens im Innern einen von UV-Strahlen unangreifbaren dichten Korrosionsschutz.

Mit einem derartig behandelten sechseckig geformten Bündel von 13 cm Länge aus 61 sinterbeschichteten, verzinkten Drähten Ø 7 mm wurde nach Aufbringen einer 0,6 mm starken Levasintschicht ein Langzeittest durchgeführt, wobei auf einer der Sechseckseiten ein Kreuzschnitt bis auf die Drahtoberfläche angebracht wurde.

Ein Schwitzwassertest nach DIN 50018, der nach 1100 h Dauer in einen Salzsprühtest nach DIN 50021 umgewandelt wurde, erbrachte nach 2833 h an der Schnittstelle des Probekörpers kein Nachlassen der Haftung noch ein Korrosionsanzeichen.

Es wurde auf der Gegenseite des Probekörpers ein weiterer Kreuzschnitt angebracht, an dem sich erst nach weiteren 7800 h Salzsprühtest eine Ablösung von je 2 mm Breite feststellen ließ. Am ersten Kreuzschnitt zeigte sich nach der längsten Zeit (88%) über als Salzsprühtest durchgeföhrten Beanspruchung nach 8929 h eine 10 mm lange und 4 mm breite Korrosion. Unter der ersten herausgelösten Drahtlage war keine Natronlauge und auch keine Ablösung auf Grund der Testeinwirkung festzustellen.

II.2 Das in Form eines PDB oder PLB allein stehende Schräkgabel muß zusätzlich eine äußere Umhüllung erhalten, da die knappen Querschnitte anders als bei den Hauptkabeln der Hängebrücken keine Reserven einschließen, häufiger voll beansprucht werden und nicht selten Dauerschwingbelastungen aufweisen.

Um diese mit dem im Inneren befindlichen Kunststoffthermoplasten zu einer Einheit zu verschmelzen und damit eine volle Stoffhaftung zu erreichen, soll auf Grund eingehender Untersuchungen erfahrungsgemäß auch für die Außenfläche das Aufbringen einer Kunststoffthermoplastschicht, und zwar bevorzugt aus einem Ethylen-Vinylalkohol-Copolymeren (untersucht wurde der Wirkstoff: Levasint), vorgeschlagen werden.

Das erprobte Flammespritzen mit entsprechend ausgebildeten Flammespritzpistolen wird zum Aufbringen und Verschmelzen dieses Materials vorgesehen.

Bei einem maximalen Drahtbündeldurchmesser von etwa 150 mm und einer betrieblich günstigen Düsenentfernung zum Gegenstand von 400 mm mußte der umschließende Blechkäfig, in dem alle benötigten Vorrichtungen unterzubringen sind, einen Außendurchmesser von etwa 1470 mm erhalten, was einen Querabstand der Drahtbündelmitte von 850 mm bedingt. Somit läßt sich bei solchen Abmessungen das Kunststoffapplizieren wirkungsvoll zwischen mehreren bereits stehenden PDB nachträglich durchführen. Falls solche Bündelabstände am bestehenden Bauwerk nicht ganz vorhanden sind, ließe sich etwas an der Entfernung der Spritzdüse zum Gegenstand bei etwas geringerer erzielbarer Leistung einsparen. Diese könnte bei einer Beschichtungsstärke von 0,8 mm bei 2 Beschichtungskränzen mit je 6 Pistolen zusammen 12 Pistolen, etwa 72 m<sup>2</sup>/h betragen. Die Fortschrittsgeschwindigkeit würde bei kontinuierlicher Arbeit der 12 Pistolen 4,6 m/sec erreichen. Beim Einsatz von 2 Beschichtungs kränzen sind die Pistolen gegeneinander um den halben Winkel zwischen 2 Pistolen eines Kranzes zu versetzen.

Zu der Anlage gehören folgende Teile:  
innerhalb des stationären Beschichtungskäfigs:

Flammspritzpistolen, Absaugung mit Gebläse und Filter, sie sind in Fig. 2 dargestellt  
außerhalb sind untergebracht bzw. werden auf dem Kontrollwagen mit flexiblen Zuleitungen und Schnellkupplungen nachgeführt:

Kunststoffpulverbehälter, Acetylen, Sauerstoff- und Druckluftflasche  
Steuergerät (diese Vorrichtungen sind hier nicht dargestellt, siehe Prospekte der Herstellerfirma für Flammenspritzanlagen E. R. Stöwe, D-5802 Wetter-Albringhausen).

Fig. 2 zeigt:

Fig. 2.1 die Applikationszelle

Fig. 2.2 die Abkühlzelle zum Erreichen einer schnellen Erhärtung der aufgespritzten Beschichtung

Fig. 3 Schnitt I-I

Fig. 4 Schnitt II-II

Fig. 5 Schnitt III-III

Fig. 6 Flächenpressung mindernde Lagerung des PDB nach der Beschichtung

Bezugsziffer:

10 Paralleldraht- und -litzenbündel (PDB und PLB), zuvor sind diese Bündel nach der Erhitzung wie beschrieben zusammengepreßt und dabei alle Hohlräume mit thermoplastischem Kunststoff aufgefüllt

11 Flammspritzpistolen

12 Pistole nur zum Aufheizen der PDB und PLB 2 Kränze mit je 6 Pistolen Fig. 3 und Fig. 4.

13 Flexible Leitung zum Steuerpult

zum Pulverbhälter

zur Druckluftflasche — Transport-, Wirbel-, Kühl-Vorgang —

zur Acetylene-Flasche

zur Sauerstoffflasche

Die Materialien und Vorrichtungen befinden sich außerhalb des Beschichtungskäfigs.

14 aufgespritzte Levasintschicht auf Außenfläche des PBD  $d = 400-1500 \mu\text{m}$  (das Optimum wird z. Z. durch Versuche ermittelt und in einer ergänzenden Anmeldung eingefügt werden)

15 Ankerknopf — Bündelende — durch Vorrichtung — durchschiebar.

16 angehängte Laufschiene zum Durchführen des Ankers

17 Zuführungsleitung für Kühlwasser

18 Sprühsektoren

19 Gerichteter Wasserstrahl

20 Wasserabflußrinne

21 Umhüllendes Blech aus Leichtmetall für den Beschichtungskäfig — zweiteilig zum Einlegen des PDB vor Beginn der Beschichtung, mittels seitlicher Flanschen verschraubt

22 Gummidichtungsringe und -manschetten aus nicht brennbarem Material

23 Gruppe von drei teflonbeschichteten Tragrollen.

24 Absaugung der Applikationszelle mit Filter und Gebläse

25 Automatisch magnet-induktiv arbeitendes Schichtdickenmeßgerät nach DIN 50 981/82 mit Anzeige- und Stop-Vorrichtung, falls von den festgelegten Tolleranzen abgewichen wird.

26 Die Rollenachsen sind mittels Feder elastisch gelagert, um die Flächenpressung auf die aufgebrachte Levasintschicht zu verringern.

Fig. 7 Längsschnitt durch einen mobilen Beschichtungskäfig, der von einem am oberen Pylonenende angebrachten kleinen auskragenden Gerüst aus beschickt und von dort auf dem PDB durch Rollen längsgefahren wird, wobei die Beschichtung eines der Reparatur bedürftigen Schräkgabels erfolgt.

Fig. 7.1 Applikationszelle Fortschrittsgeschwindigkeit im Interesse einer intensiven Abkühlung auf etwa 2 cm/sec vermindert, daher nur ein Kranz von Spritzpistolen erforderlich. Falls Raum zwischen den Schräkgabeln begrenzt ist, kann der wirksame Abstand zwischen Pistole und PDB auf 350 mm verringert werden, da die Flamme flexibel reguliert werden kann. Um genügende Überdeckung an der Naht der Sprühbereiche — mindestens 2,5 cm zu erreichen, wird dann u. U. die Zahl der Pistolen im Kranz erhöht werden müssen, wozu es der Beratung durch den genannten Spezialisten bedarf. Sinnvoll ist es, nur kurzfristig die äußere Randzone des PDB zum Erreichen einer guten Stoffhaftung zu erhitzen, um die Wärmeaufnahme im Bündelinnern so gering wie möglich zu halten.

Fig. 7.2 Die Abkühlzelle wird dann, wenn von einer Wassersprühkühlung wegen Zuleitungsschwierigkeiten Abstand genommen werden muß, mit einer Wärmeisolierung aus Glasfasergewebe oder ähnlichem Material — 17 — auf den Innenwänden zu belegen sein. Auf verhältnismäßig kurzem Wege muß die thermoplastische Kunststoffschicht von 120°C auf möglichst 50°C heruntergezogen werden, damit der Erhitzungsprozeß soweit vorangeschritten ist, daß die Flächenpressung an der federgestützten Rollenlagerung keine Beschädigung verursachen kann. Zwei Kühl faktoren sind wirksam:

a) der Wärmeausgleich mit dem normaltemperierte Innenbereich des PDB

b) das konzentrierte Anblasen mit 4 starken Ventilatoren mit zusammen 8 KW

Bei der vorgezogenen reduzierten Arbeitsgeschwindigkeit von  $V = 2 \text{ cm/sec} = 72 \text{ cm/h}$  stehen an dem in Fig. 7 dargestellten Beispiel für Külvorgang a 80 sec und b 60 sec zur Verfügung, was rechnungsgemäß ausreicht.

Fig. 8 Schnitt A-A mit Blick auf die Kühlzelle

Fig. 9 Schnitt B-B mit Blick auf die Applikationszelle, nur ein kurz auf Außenfläche wirkender Flammring

— 12 — zum Aufschmelzen und ein Flammspritzring mit 7 Pistolen — 11 —.

Bezugsziffern:

- Es gelten die gleiche Erläuterungen wie für die Fig. 2 bis 6, und zwar für — 10 bis 15 — und — 21 bis 25 —. Bezugsziffer 20 entfällt hier.
- 16 Vier Kompressoren mit Gebläse, Leistung etwa  $4 \times 1,5 = 6 \text{ m}^3/\text{sec}$  bei  $800 \text{ N/mm}^2$  Druck. Stromversorgung durch ein flexibles Kabel, welches von der Pylonenspitze aus abgerollt und mittels Rollen am PDB — 10 — mitgeführt wird.
- 17 Isolierung der Kühlzelle gegen eindringende Wärme von der Applikationszelle
- 18 Führungsbleche für den Luftstrom, konzentriert auf PDB — 10 — gerichtet!
- 19 Zusammengefaßter und gerichteter Luftstrom zur Kühlung der Beschichtung.
- 23 Elastisch gestützte Rollenlagerung, mindestens in zwei senkrechten Ebenen vorgesehen.
- Fig. 10 Abstützung des am PDB entlangfahrenden mobilen Beschichtungskäfigs gegen eine unterhalb vorhandenes benachbartes PDB, um Durchhang zu vermindern und gegenseitiges Beschädigen zu vermeiden.
- 27 Rollengang, der unterhalb des Beschichtungskäfigs gemäß Fig. 1 so angebracht wird, daß ein Teil des einen Durchgang erzeugenden Gewichtes auf ein u.U. im Kabelverbund mit einem gewissen Abstand (hier wird beispielsweise eine Mittenentfernung von 850 mm angenommen) auf ein darunter befindliches PDB mit abgetragen wird. Äquivalent läßt sich auch eine Lösung herstellen, durch die das Gewicht eines Beschichtungskäfigs mit an das nächst höhere PDB angehängt wird, um die Durchhangsgröße zu verringern.
- Fig. 11 System zur Regulierung der Schrägkabellängsbelastung während des Beschichtens mit dem Ziel, während dieses Vorganges eine nahezu gleichbleibende Vordehnung zu erzeugen und damit in die erhärtende Kunststoffschicht eine Druckspannung einzubringen. Hierzu dienen 2 Körper aus Eisen oder Blei, die nahezu gleiches Gewicht wie der Beschichtungskäfig aufweisen und am windengesteuerten Seil
- 28 bei Zustand 1: Gewicht G I, eine halbe Schrägkabellänge vorweg
- Fig. 12. 29 bei Zustand 2: Gewicht G II halbe Schrägkabellänge hinter dem Beschichtungskäfig geführt werden.

Die Zugkraft im PDB S

$$\frac{P \cdot l}{4 \cdot f}$$

ist durch das Mitführen der beiden Gewichten G I bis G II im Abstand der halben Schrägkabellänge nahezu konstant; dabei bedeutet:

l = Schrägkabellänge

f = Durchgang

P = Summe der jeweils senkrecht zum Schrägkabel wirkenden Lastkomponenten

Das Gewicht G II darf erst nach vollständiger Erhärtung der aufgebrachten Kunststoffschicht völlig abgelassen und damit die Längsdehnung am PDB aufgehoben werden.

II.3 Als nachteilig wird zugunsten der flexiblen Seile gegenüber den Paralleldraht- und -litzenbündeln geltend gemacht, daß die Montage solcher Schrägkabel dann erschwert ist, wenn in deren Inneren die Hohlräume mit einem Kunststoff angefüllt und die Drähte verklebt sind oder wenn sie zuvor eine nahezu starre Außenhülle erhalten haben. Es sind das aber alles Vorgänge, die im Interesse einer zuverlässigen Korrosionsschutzes dringend erforderlich sind. Man könnte daran denken, die Erhitzung der durch den Sinterprozeß im Werk beschichteten Drähte wie das Zusammenpressen der Bündel ebenso wie deren äußere Beschichtung gemäß dem vorstehend geschilderten Verfahren am stehenden Schrägkabel, nachdem dieses zuvor im flexiblen Zustand montiert wurde, durchzuführen. Dagegen spricht aber das große Gewicht der zum Erhitzen und Zusammenpressen benötigten Vorrichtungen, die die straffen Schrägkabel nahezu quer zur Zugrichtung überaus stark belasten würden. Außerdem wäre dabei die Ausführungsqualität und demgemäß die Güte des inneren Korrosionsschutzes schwer zu überwachen, weshalb diese Arbeitsvorgänge sinnvollerweise vor der Montage erfolgen sollen.

Hierzu sind 2 Verfahren bereits praktisch erprobt, welche das Aufziehen und Festlegen der einzelnen versteiften PDB, die sehr wenig während der Montage gekrümmmt werden dürfen, mittels besonders entwickelter Vorrichtungen sehr erleichtern und wirtschaftlich gestalten, siehe Veröffentlichung Rademacher, C.-H.: Nordbrücke Mannheim-Ludwigshafen, Werkstattfertigung und Montage, Stahlbau 19, Heft 6 Seite 164 bis 165 und Berichte über den Bau der Schrägkabelbrücke 1977 über den Paraná bei Los Palmas in Argentinien.

Die wichtigsten Aufgaben sind aus der Erläuterung zu Fig. 13 ersichtlich:

Fig. 13 Zeigt die Möglichkeiten, infolge der Verklebung und Beschichtung der Drähte, die verhältnismäßig steifen Schrägkabel mittels Vorrichtung wirtschaftlich und ohne Beschädigung montieren zu können, wobei als Beispiel die Abmessungen der Schrägkabelbrücke über den Rhein zwischen Mannheim und Ludwigshafen zu Grunde gelegt werden.

Diese Figur zeigt in den Abschnitten I rechts vom Pylonen und II links vom Pylonen das Prinzip der beiden heute üblicherweise angewendeten unterschiedlichen Verfahren, mit denen die innerlich durch Verkleben oder Aufziehen einer Hülle versteiften Drahtbündel montiert werden können. Dabei ist wichtig, daß mit diesen Methoden eine dem Trägheitsmoment des versteiften PDP adäquate Krümmung  $1/R$  bei der Montage nicht unterschritten werden darf, bei 349 Drähten  $\varnothing 7 \text{ mm}$   $R 65 \text{ m}$ .

Im Abschnitt I können die PDB — 10 — an einem straff gespannten Hilfsseil — 30 — mit Hilfe einer Fahrvorrichtung — 31 —, die an ein Zugseil in den Durchhang des PDB berücksichtigenden Abständen angeklemmt wird, nahezu parallel zum Hilfsseil in die gewünschte Lage gezogen werden, wenn zwischen der

# 35 38 014

PDB-Abtrommel- und -Aufbereitungsstelle — 32 — bis zum Beginn der Krümmungsschablone — 33 — genügend horizontaler Raum für das gerade Auslegen und Abkühlen der PDB zur Verfügung steht. In diesem Falle wird das PDB — 10 —, sobald es am Anfang der schrägen Bahn — 30 — die hölzerne querverschiebbliche den Mindestkrümmungsradius aufweisende Krümmungsschablone — 33 —, passiert hat, von gummiausgeschlagenen Klemmschellen — 34 — umfaßt und mittels kurzen Hängeseilen — 35 — an die Fahrvorrichtung — 31 — angehängt. Der Abstand dieser Haltevorrichtungen muß so gewählt werden, daß kritische Durchbiegungen mit Sicherheit verhindert werden.

Auf dem jeweiligen Pylonen wird in leichter Stahlkonstruktion ein querverschieblicher Bock — 36 — intermistisch aufgesetzt, der die Hilfsseile — 30 — sowie die Rollen für die Zug- und Hubvorrichtungen trägt. Diese verschiedenen Zugseile — 40 —, nicht alle sind im einzelnen dargestellt; werden von einer Windenbatterie — 41 —, die in der Nähe des Pylonen auf dem Brückendeck ihren Platz erhält, gesteuert betrieben.

Da der Abschnitt II der Brücke, an den Schräkgabeln hängend, frei vorgebaut wird — der Freivorbau hat sich als wirtschaftlichste Ausführungsart erwiesen — besteht auf dieser Seite keine Möglichkeit, ein Hilfsseil — 30 — weitgenug vorweg gegen einen Brückenträger teil straff zu spannen. Dieses muß vielmehr mit einem größeren Durchhang und einem entsprechend geringerem Längszug an dem Vorbauderrick — 37 — befestigt werden. Ebenso besteht keine Möglichkeit, das aufzuziehende PDB in gerader Lage vor einem aufsteigendem Schrägleil im Abschnitt II auf dem Brückendeck gerade auszulegen. Der Kopf des betreffenden PDB kann bestfalls über den bereits vorgebauten Abschnitt hinaus auf einem Schuß Fahrbahnkonstruktion — 38 —, der am Vorbauderrick hängt, abgelegt und mittels einer Rolle und Winde — 39 — in nötiger Weise zurückgehalten werden.

Im Abschnitt II müssen die zu montierenden DPB — 10 — unter Mitwirkung der erwähnten allmählich nachzulassenden Rückhalterung durch die Seilzüge — 40 —, die an den Fahrvorrichtungen — 31 — hängen, in möglichst gestreckter Lage um den linken Endpunkt gedreht und im Pylonenbereich schräg hochgezogen werden. Auf diese Weise lassen sich die PDB von der elektronisch gesteuerten Windenbatterie — 41 — bei adäquatem Nachgeben der Rückhalterung — 39 — die PDB völlig gestreckt in die notwendige Lage bringen. Die Fahrvorrichtungen — 31 — machen es möglich, die hochgefahrenen PDB als Schräkgabel geringfügig mittels der Winden und besonderen Zugseile vor- und zurückzubewegen und damit die Ankerköpfe in die Ankernischen am Pylon und Brückenträger einzufädeln.

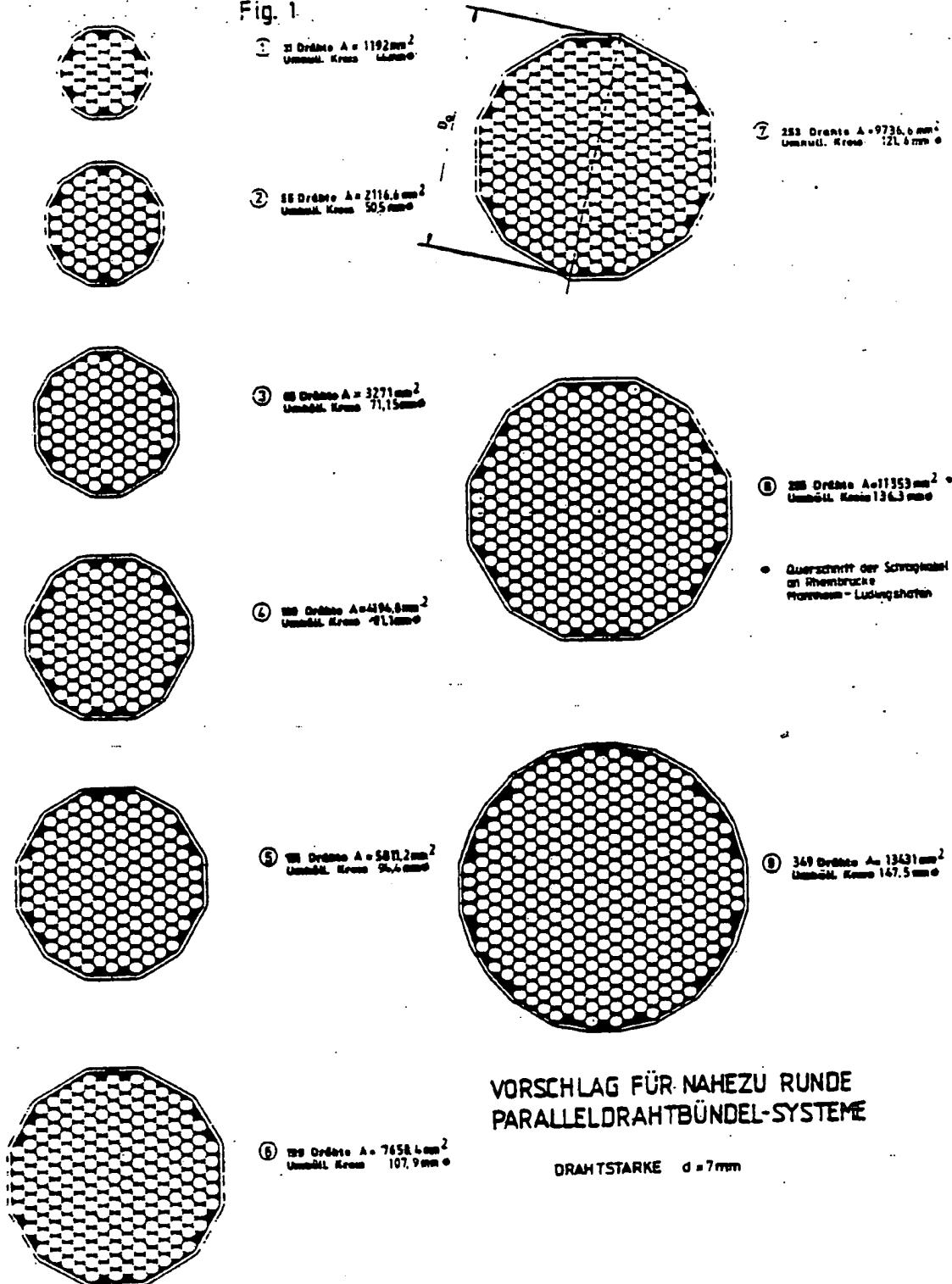
Die hier angedeuteten Vorgänge stellen verschiedentlich Verbesserungen der praktisch bereits angewendeten Verfahren dar. Wünschenswert wäre es, wenn durch entsprechende organisatorische Maßnahmen und die Art der Auftragerteilung dafür gesorgt wird, daß die zu diesen Arbeitsgängen benötigten Vorrichtungen der Wirtschaftlichkeit wegen mehrfach zu Verwendung kommen können.

Das Verfahren, das für die Seite II dargestellt wurde, ist durch das deutsche Patent Nr. 21 03 1925 geschützt, für das der Steller dieses Antrags ein übertragbares Mitbenutzungsrecht besitzt. Mithilfe dieses Verfahrens konnten die technischen Schwierigkeiten, die bislang die Montage von versteiften Schräkgabeln behinderten, wie die praktische Ausführung beweist, behoben werden.

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

35 38 014  
E 01 D 11/00  
25. Oktober 1985  
11. Juni 1987

Fig. 1



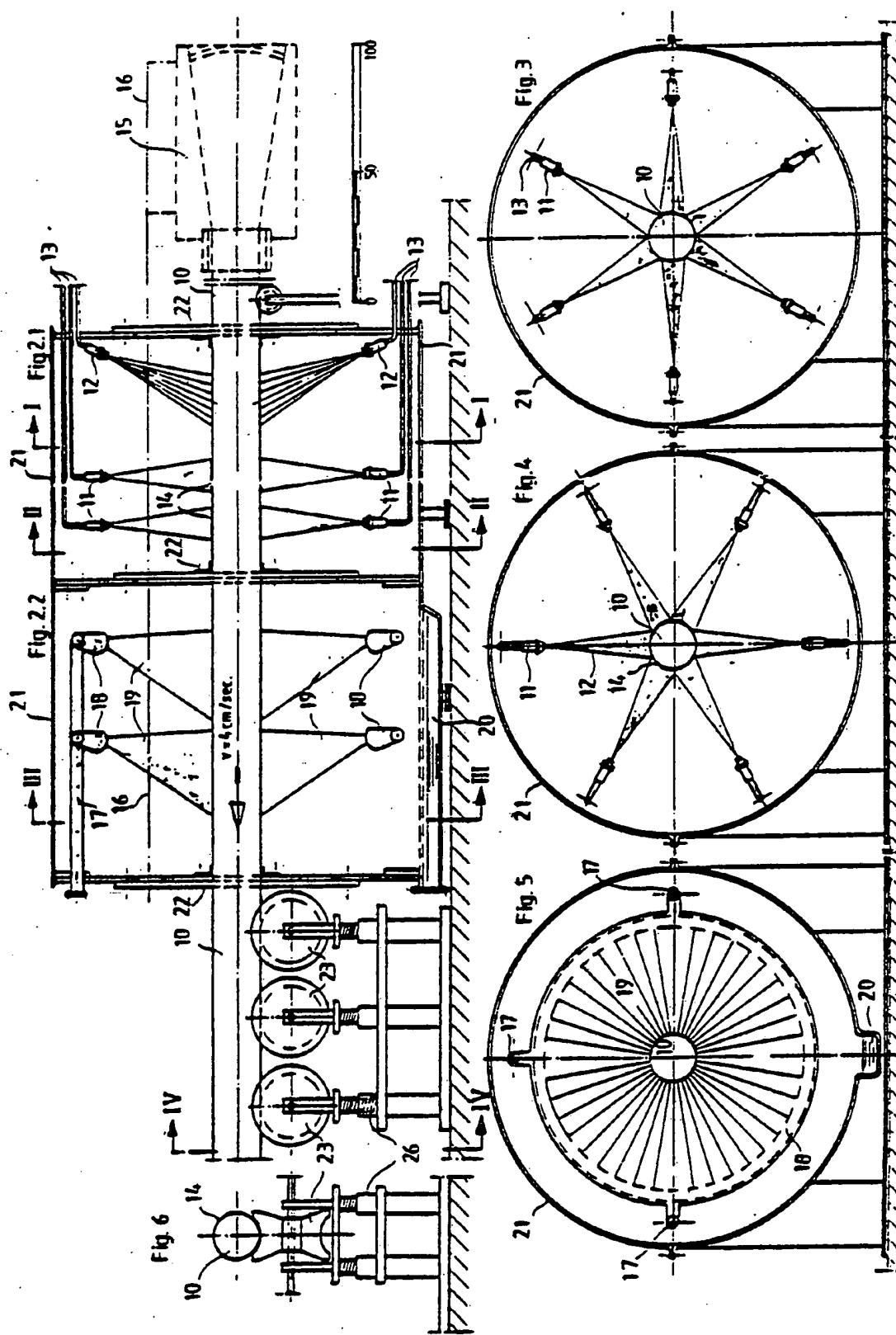
VORSCHLAG FÜR NAHEZU RUNDE PARALLELDRAHTBÜNDEL-SYSTEME

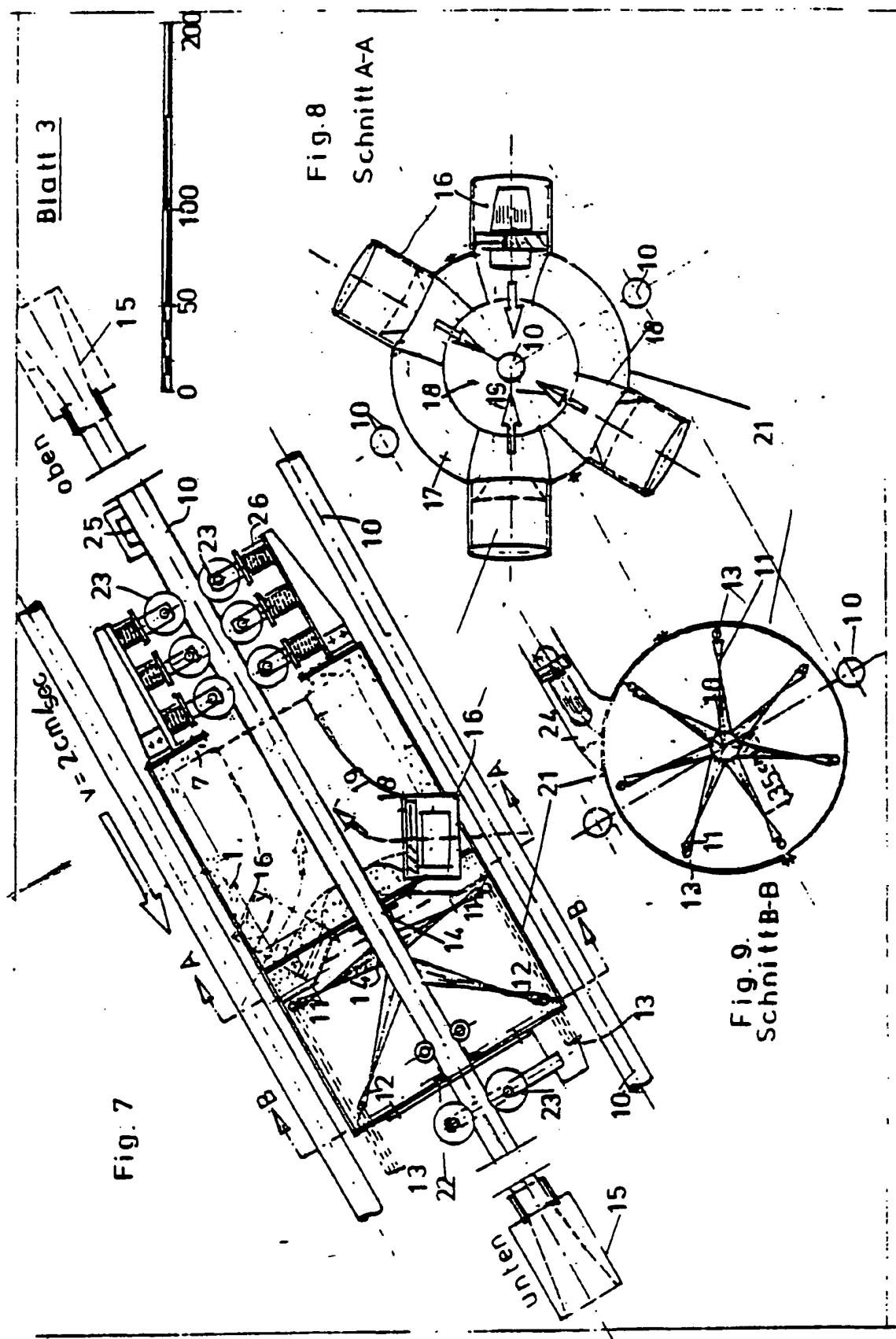
DRAHTSTARKE  $d = 7 \text{ mm}$

DURCHMESSER  $D_0$  DES UMHÜLLUNGSKREISES OHNE STÄRKE EINER SCHUTZHAUT GERECHNET

BEMANIPDB - SYSTEME

3538014





3538014

Fig 11, IV

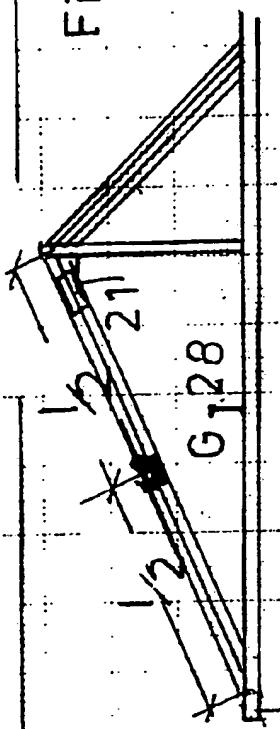


Fig 11<sub>2</sub>

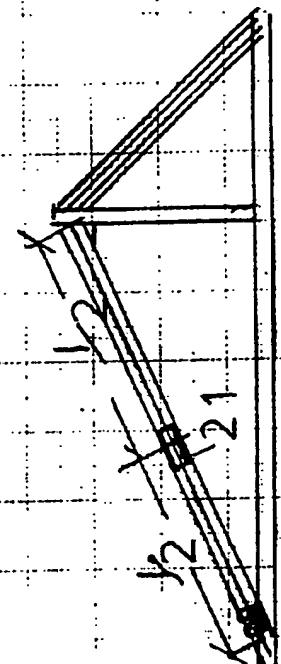
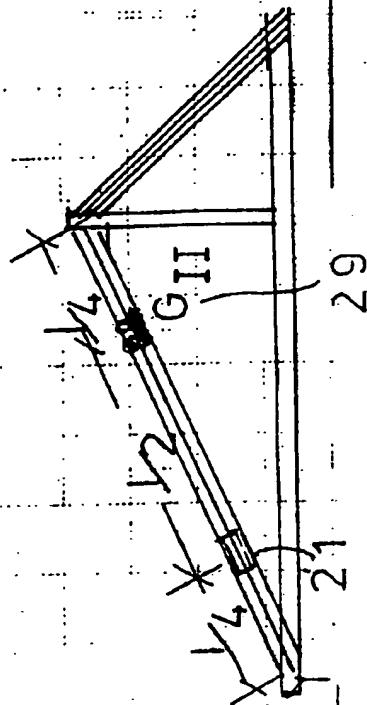


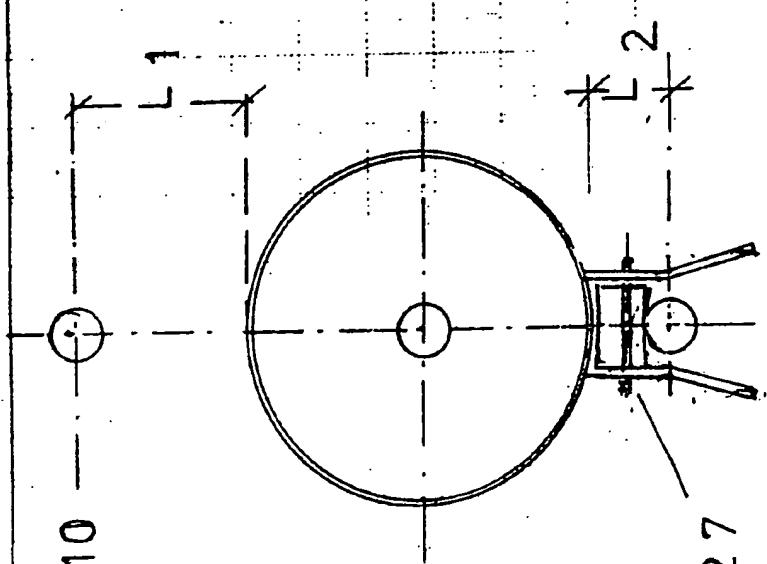
Fig 12



Entwurf 29.10.85  
Bauzeichnung gest.

29

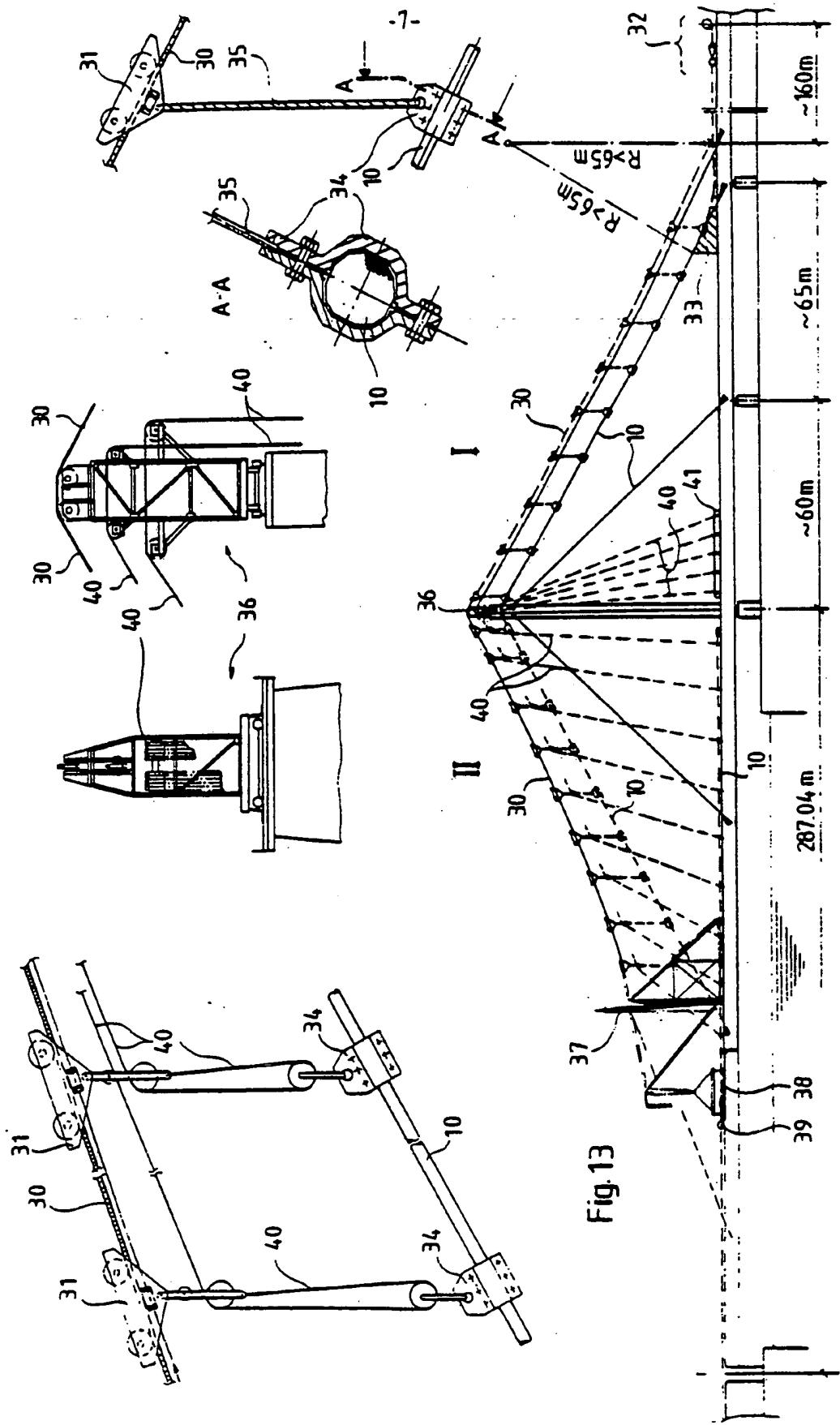
Fig 10



L1 L2

ORIGINAL INSPECTED

3538014



ORIGINAL INSPECTED